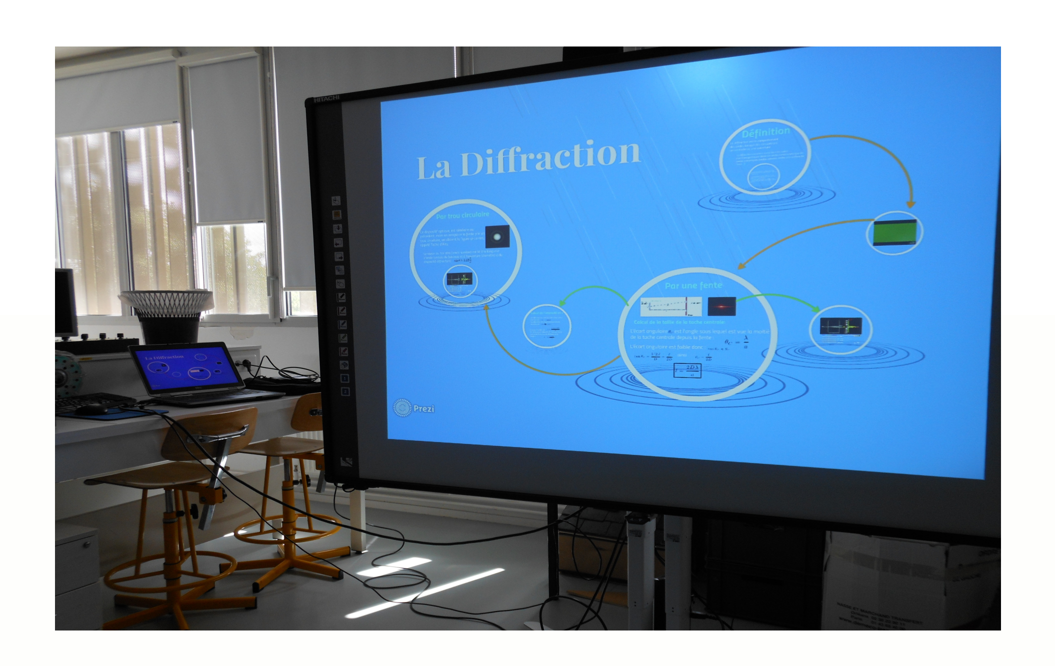


Projet de Physique P6

STPI/P6/2015 – 019

Expériences numériques didactiques d'optique avec un Tableau Blanc Interactif



Etudiants :

Constance BILLETTE DE VILLEMEUR

Cédric DANGEARD **Anaïs LE COZ**

Claire LOVISA **Baptiste NOUAILHAT**

Benjamin SCHULER

Enseignant-responsable du projet :

David HONORE

Date de remise du rapport : ***15/06/2015***

Référence du projet : ***STPI/P6/2015 – 019***

Intitulé du projet : ***Expériences numériques didactiques d'optique avec un Tableau Blanc Interactif***

Type de projet : ***bibliographie et simulation***

Objectifs du projet :

- ***Apprendre à utiliser le tableau blanc interactif afin de pouvoir cerner toutes les fonctionnalités ainsi que les avantages et les inconvénients de celui-ci,***

- ***Mettre en commun nos recherches sur le tableau banc interactif et sur les phénomènes optiques afin de comprendre l'utilité de celui-ci pour une utilisation pédagogique,***

- ***Découvrir le travail de groupe dans le cadre d'un projet de grande importance.***

Mots-clefs du projet :

- ***Tableau blanc interactif***

- ***Enseignement***

- ***Interaction***

- ***Coopération***

INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE ROUEN
Département Sciences et Techniques Pour l'Ingénieur
BP 8 – avenue de l'Université - 76801 Saint Etienne du Rouvray - tél : +33(0) 2 32 95 66 21 - fax : +33(0) 2 32 95 66 31

TABLE DES MATIERES

Table des matières

1.INTRODUCTION

Le tableau numérique interactif ou tableau blanc interactif (TNI ou TBI) est un élément nouveau dans les salles de classe. Il s'agit d'un écran blanc tactile associé à un ordinateur et un rétroprojecteur. L'utilisateur intervient donc sur l'écran avec un stylet ou simplement par le toucher, l'écran transmet alors les informations à l'ordinateur. Ce qui est effectué avec un stylet ou le toucher peut également être fait à l'aide de la souris.

Nous allons, au cours de ce projet, mettre en évidence les caractéristiques ainsi que les avantages et les inconvénients de celui-ci dans le cadre de l'éducation. De plus, nous tenterons de voir si son utilisation est suffisamment intuitive pour être insérée dans le quotidien de tous les professeurs.

Mais a-t-il vraiment sa place dans l'enseignement ? Afin de répondre à cette question, nous étudierons tout d'abord l'histoire de celui-ci, puis nous expliquerons son fonctionnement sous la forme d'un manuel d'utilisateur et, finalement, nous présenterons différents phénomènes optiques dont l'explication pourrait être améliorée grâce au TBI.

2.MÉTHODOLOGIE / ORGANISATION DU TRAVAIL

Nous avons décidé de diviser le projet en trois axes principaux :

1. La découverte du TNI : son histoire, ses applications et son fonctionnement général.
2. Recherche et Rédaction de cours d'optique.
3. Réflexion sur l'utilisation du TNI pour les cours d'optique (utilisation de PREZI, Starboard et autres logiciels).

Nous nous sommes mis tous d'accord sur le fait que chacun d'entre nous devrait écrire une fiche de cours sur un phénomène d'optique étudié en P4. Ainsi Constance a rédigé un cours sur les miroirs, Claire sur la polarisation, Anaïs sur les prismes, Cédric sur la diffraction, Baptiste sur les interférences et Benjamin sur les lentilles.

De plus, la rédaction du « manuel pour les nuls » a également été fractionnée. Anaïs s'est penchée sur l'utilisation du TNI pour les cours (utilisation d'application). Claire a travaillé sur le fonctionnement général du TNI et a expliqué avec Constance les différents boutons du TNI et leur fonctionnement. Constance a de plus rédigé l'historique de l'apparition du TNI. Pour finir, Cédric a travaillé sur la compréhension des fonctionnalités du TNI (branchements ordinateur, calibrage, etc...) et Baptiste et Benjamin se sont penchés sur différentes applications spécifiques au TNI comme Starboard Software.

L'organisation du travail s'est donc déroulée de manière à être la plus efficace possible afin de fournir un travail précis et concis.

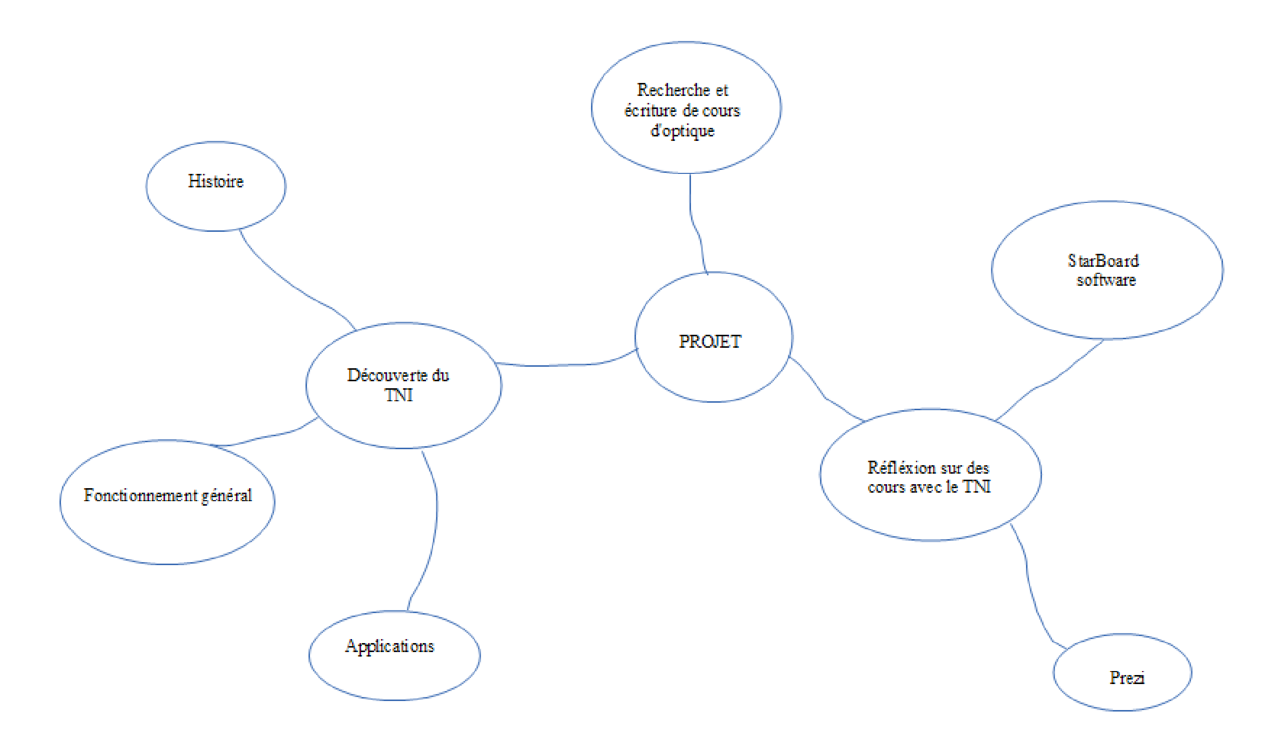


Figure 1: Diagramme descriptif des tâches de notre projet.

3.HISTORIQUE

Un tableau numérique interactif (TNI) est un tableau sur lequel il est possible d'afficher le contenu d'un ordinateur et de le contrôler à l'aide d'un stylet ou avec les doigts. Ces TNI sont utilisés dans un certain nombre d'établissements scolaires et sont utiles dans de nombreux domaines d'apprentissage (notamment en optique).

Le principe du tableau blanc interactif a été trouvé aux États-Unis dans les années 1970 par les laboratoires Xerox PARC. Ces derniers sont à l'origine du LiveBoard, tableau interactif à projection arrière qui permet l'annotation de documents ouverts sur un bureau virtuel. Il fût commercialisé par la société LiveWorks en 1992. Dès 1991, Xerox PARC travaille sur une nouvelle application pour le LiveBoard ayant pour but de rendre possible d'écrire, de dessiner et de déplacer des annotations avec un stylet. Ce projet, nommé Trivoli, fût commercialisé en 1992. Cependant, le premier tableau blanc interactif tel que nous le connaissons de nos jours fût inventé en 1986 par la société Smart Technologie et commercialisé sous le nom de SMART Board en 1991.

De nos jours, les TNI sont présents dans un grand nombre de pays comme le Royaume-Uni où, en 2009, 95% des classes comportaient un tableau de ce type. Le TNI a été testé en France en 2007 dans l'école Jean de la Fontaine dans les Yvelines. Puis, en 2008 et 2009, des classes utilisant ces TNI en cours ont été filmées.



Dans le cadre de l'enquête « Teacher Use of the Interactive Whiteboard in Primary Schools - towards an effective transition framework », Gary Beauchamp a interrogé des enseignants utilisant des tableaux interactifs. Ces derniers ont jugé qu'un tel dispositif avait un impact important sur le développement des compétences et l'acquisition des connaissances pour l'élève. C'est également au cours de cette étude que Gary Beauchamp évoque le problème de l'adaptation des méthodes d'enseignement des professeurs en passant du tableau blanc classique au tableau interactif.

4.LE TNI POUR LES NULS

4.1.Fonctionnement général

Dans le cas du tableau interactif SmartBoard à notre disposition, la technologie employée est la détection infrarouge.[8]

Le principe est très simple : l'écran est quadrillé finement par de nombreux rayons infrarouges. Ils proviennent des côtés du tableau. Lorsque l'utilisateur touche l'écran, que ce soit avec son doigt ou un stylet, les faisceaux infrarouges correspondant à sa position sont interrompus. Un signal est alors envoyé en indiquant la position exacte (grâce aux coordonnées) de l'endroit qui a été touché (Illustration 1).

Les faisceaux infrarouges sont modulés pour éviter les interférences.

Les avantages de cette technologie sont multiples : elle est extrêmement précise, quelle que soit la taille de l'écran ; le stylet n'est pas essentiel au fonctionnement du tableau : il est confortable de pouvoir simplement le toucher pour le faire fonctionner. De plus, le temps de réaction est très faible, ce qui donne une impression d'instantanéité et il s'avère que les écrans fonctionnant avec cette technologie sont résistants.

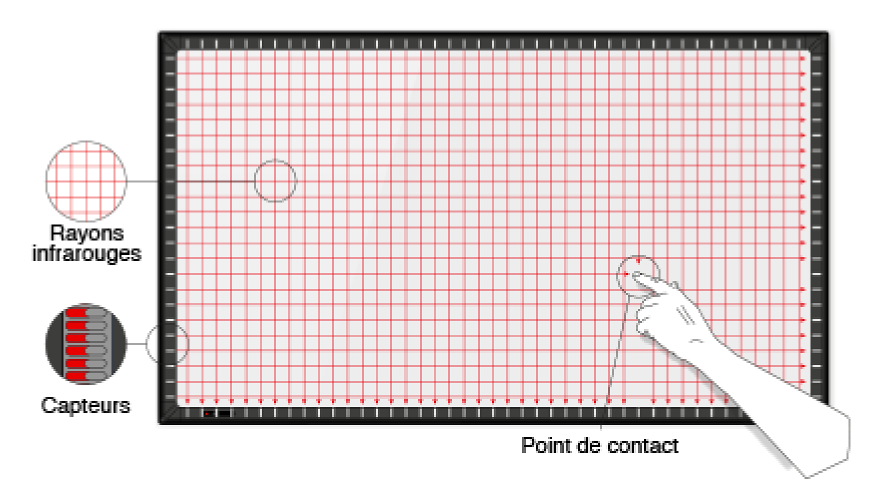


Illustration 1: Fonctionnement du TBI.



4.2. Manuel d'utilisateur

4.2.1. Différents boutons

 → Clic droit pour le toucher suivant



→ Ouverture de la barre des options de l'application Starboard Software

 → Ouverture d'une nouvelle page dans Starboard Software

 → Aller à la page de gauche dans Starboard Software

 → Aller à la page de droite dans Starboard Software



→ Afficher les réglages de Starboard Software

 → Transition entre fonctionnement ordinateur et fonctionnement TNI Starboard Software

 → Ecrire en noir

 → Ecrire en rouge

 → Ecrire en bleu

 → Ecrire en vert

 → Surligner en rose

 → Gommer



→ Personnalisable : Calibrage



→ Personnalisable : Rien par défaut

4.2.2. *Utilisation pour les cours*

Plusieurs questions concernant l'utilisation d'un TBI nous sont venues en tête :

- Quelle utilisation peut-on avoir d'un TBI lorsqu'on est professeur ? Et lorsque l'on est élève ?
- Quels sont les apports pédagogiques du TBI ?
- Les avantages les plus souvent avancés justifient-ils l'acquisition d'un TBI ?
- Quels sont les avantages spécifiques à l'utilisation d'un TBI pour les cours d'optique ?

Les avantages d'un TBI sont :

– l'interactivité

Le TBI permet un réel échange entre l'enseignant et ses élèves. Au fur et à mesure que l'enseignant modifie son cours, écrit sur le tableau, rajoute une image, tout est visible par tous. Cela permet également de revenir en arrière, d'exposer plusieurs hypothèses, de faire apparaître différents types de documents, de les superposer, ainsi que d'agrandir le plus intéressant. Tout le monde peut participer au déroulement du cours. Les élèves sont autant acteurs que le professeur. Évidemment, le TBI ne doit pas être utilisé comme simple rétroprojecteur, ou ne doit pas servir seulement à visualiser un diaporama. Le TBI est un outil à utiliser pour rendre vivant le cours en liant les hypothèses des élèves et les ressources technologiques mises à disposition : faire pivoter une image, voir une vidéo, mettre en marche une bande son, faire un brainstorming, barrer les idées non pertinentes et entourer les plus pertinentes. Ainsi l'outil suscite curiosité et intérêt.

– la découverte et la sauvegarde du cours

Le TBI est un élément non négligeable quant à la découverte d'une nouvelle leçon. En effet, son utilisation permet un brainstorming ludique sur une nouvelle notion accompagnée de documents pertinents. On peut donc permettre aux élèves de participer, ils peuvent venir écrire leurs idées sur le TBI. Il permet aussi de garder une trace de chaque question écrite, chaque brainstorming et chaque exercice. Grâce au TBI on peut, après une phase “exercice” avec plusieurs classes, mettre en commun les solutions trouvées, ce qui est très enrichissant autant pour le professeur que pour les élèves. Il peut alors cerner plus facilement les difficultés récurrentes dans sa matière afin de pouvoir adapter son cours.

A l'aide d'un appareil photo numérique ou d'un téléphone, on peut prendre en photo le travail d'un ou plusieurs élèves et le mettre ensuite sur le TBI. L'objectif est par exemple :

- de comparer deux solutions possibles d'un même problème, deux élèves venant expliquer leur solution
- de corriger des fautes classiques sur lesquelles doit se porter l'attention des élèves
- de corriger rapidement un exercice d'application directe ne posant visiblement pas de problème à la classe...



● de laisser davantage de place à l'oral lors des corrections pour renforcer leur utilité.

En utilisant des pages vierges sur le TBI, les élèves ainsi que le professeur peuvent écrire de manière manuscrite avec le stylet, copier/coller des éléments graphiques ou textuels. Dans les cas de certains travaux, il est possible de préparer à l'avance les pages sur lesquelles la correction va s'effectuer. L'avantage est double : le support peut être préparé à l'avance et le document final peut être enregistré pour être réutilisé ultérieurement ou mis à disposition des élèves.

L'élève n'est plus au premier plan, c'est le cours, l'exercice qui prime. Le TBI peut se retrouver être un support intéressant lors de la phase de restitution de travaux de groupes réalisés auparavant ou même pendant la séance.

-le gain de temps

L'interactivité du TBI permet de rendre la leçon plus vivante. Là où l'enseignant devait, avant, aller chercher le rétroprojecteur pour projeter son document, puis chercher le lecteur cassette pour la bande son, ici, le TBI permet de jongler entre les différents atouts qu'il possède afin de stimuler l'intérêt des élèves. On a donc un gain de temps.

Avec le tableau interactif on peut projeter l'énoncé, une illustration et on peut directement passer à l'exercice.

Les élèves sont souvent fascinés et attirés par ce tableau ; ils sont plus attentifs et heureux d'être « envoyés au tableau ». Avec le temps, l'attirance et la fascination diminuent notablement mais certains sont toujours envieux d'aller écrire et de manipuler. L'utilisation du tableau leur permet d'apprendre en regardant faire et ils sont toujours capables de reproduire les manipulations informatiques. On peut noter qu'il est aussi possible :

● de préparer à l'avance un document qui sera utilisé aussi par le professeur en correction,

● d'enregistrer pour reprendre ultérieurement un document ou des annotations,

● de mettre à disposition un document ou des annotations.

Nous avons donc pu observer que le TBI apporte un nombre important d'avantages au professeur et à l'élève. Les problèmes se posant lors de l'acquisition d'un TBI sont d'abord le coût, et ensuite le manque de formation de l'enseignant quant à l'utilisation d'un tel objet. Le manque de formation entraîne une mauvaise utilisation de cet outil pédagogique. On peut donc conclure que l'acquisition d'un TBI semble au premier abord une bonne idée, mais que ce TBI peut s'avérer vite inutile si l'on ne peut explorer tout ce qu'il a à offrir.

Dans l'idée d'un cours d'optique, on a pu observer qu'il est plus interactif de manipuler en direct pour expliquer les différents phénomènes physique et géométriques que lorsqu'un enseignant fabrique de lui-même, au tableau, un schéma explicatif. Le nombre de possibilités de cours sont infinies.

5.UTILISATION DU TNI EN OPTIQUE

5.1.Prisme

Dans cette partie, il sera proposé un exemple de cours sur le prisme. Ce cours permettra de comprendre comment le tableau blanc interactif peut être utilisé. La première partie appelée « Historique » peut être une première approche du prisme. Il est possible de distribuer ce petit texte afin de sensibiliser les élèves. Ce texte peut aussi être dit à l'oral par le professeur soit au début du cours, soit de temps à autres.

5.1.1.Historique

Un prisme est un bloc de verre taillé. Le prisme classique possède une base triangulaire. En général un prisme possède trois faces mais d'autres formes sont tout aussi possibles. Un prisme est un instrument optique, qui permet de réfracter, disperser, ou réfléchir la lumière. Certains prismes spéciaux permettent, eux, de polariser, diffracter et créer des interférences

Pendant l'antiquité, les prismes étaient utilisés comme objets de décoration. Durant le Moyen âge, l'utilisation du prisme prit une autre tournure, devenant ainsi un instrument scientifique. Isaac Newton, entre 1670 et 1672, se penche spécialement sur cet objet. Il démontre qu'un prisme permet de décomposer la lumière blanche en un spectre de plusieurs couleurs. En approfondissant ses études sur la réfraction de la lumière, il découvre ensuite qu'un objectif avec un deuxième prisme peut recomposer ce spectre en lumière blanche. Ainsi, la lumière blanche, visible par tous, est en réalité un mélange de toutes les couleurs.

Aujourd'hui, le principe du prisme est utilisé en spectroscopie. Il permet de réaliser une multitude de techniques expérimentales dans tous les domaines de la physique (astronomie, physique nucléaire, mécanique, etc). On analyse par spectroscopie la lumière visible mais aussi le rayonnement électromagnétique.

5.1.2.Découvrir le prisme

a) Premières approches du Prisme

Il existe une autre possibilité de sensibilisation : le brainstorming grâce au TBI.

En ouvrant une page blanche, il suffit de demander aux élèves ce que le mot “prisme” leur évoque. Le professeur peut alors écrire les idées dictées ou laisser l'élève venir noter son idée (ce qui peut être motivant pour les élèves qui n'osent pas d'habitude participer). La sauvegarde de cette page se révèle importante, en effet, si l'enseignant possède plusieurs classes, il peut alors confronter chaque brainstorming. Il peut aussi ressortir ce premier brainstorming à la fin de la séance sur les prismes et leur demander de rajouter leurs nouvelles connaissances. Cette première approche peut se révéler être un capteur d'attention.

Mais doit-on dire aux élèves de prendre des notes ? Doit-on distribuer un cours sur feuille ? Imaginons la deuxième option. Prenons le cours utilisé par l'Université en ligne. [58]



Nous allons donc utiliser la définition du prisme que donne l'Université. En effet, plusieurs possibilités s'ouvrent à nous. On peut distribuer le texte suivant avec des trous à compléter par la liste de mots donnés à côté.

LISTE : transparent/ homogène/ parallèle/ plan de section principale/ l'angle A du prisme/ base. (ici nous avons mis les mots dans l'ordre)
"Un prisme est un milieu **XXX** et **XXX** limité par deux dioptres plans non **XXX** qui constituent les faces du prisme ; celles-ci se coupent suivant une droite qui est l'arête du prisme. Tout plan perpendiculaire à l'arête est un **XXX** ; son intersection avec les deux faces définit ce que traditionnellement on appelle **XXX.** Généralement un troisième plan limite le milieu réfringent parallèlement à l'arête, c'est la **XXX** du prisme."

Grâce à un schéma tracé sur le TBI au fur et à mesure (triangle+ABC+n+rayons lumineux) on expliquera les annotations suivantes :

- i l'angle d'incidence sur le prisme,
- i' l'angle d'émergence du prisme,
- r l'angle de la 1_{re} réfraction,
- r' l'angle de la 2_{e} réfraction,
- A l'angle au sommet du prisme,
- D l'angle de déviation entre le rayon émergent et le rayon incident,
- n l'indice normalisé du matériau du prisme.

Il ne faut pas oublier de préciser qu'en pratique, il n'y a que la section principale du prisme, c'est à dire le triangle ABC, qui sera utilisée par la suite. Seuls les rayons lumineux contenus dans un plan d'incidence normal à l'arête seront pris en considération. Le prisme sera de plus plongé dans l'air. Son indice relatif n sera supérieur à 1.

b) <u>1ère animation proposée aux élèves [59]</u>

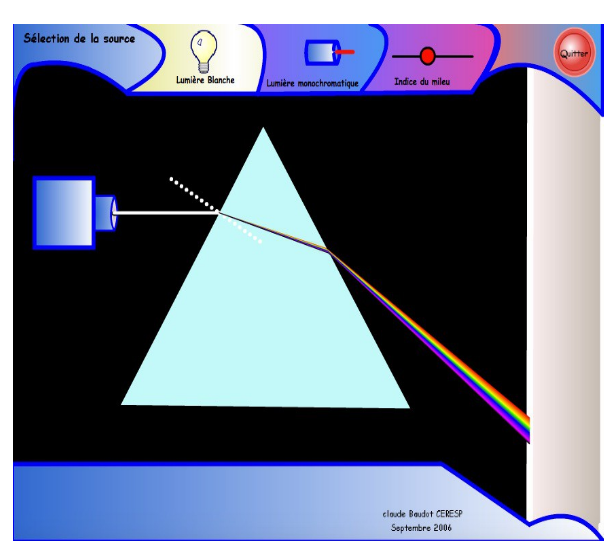


Illustration 2: photo de la première application proposée.

Cette application est proposée par l'Académie de Dijon et peut être utilisée sans avoir accès à Internet. Elle est téléchargeable et peut-être mise sur un ordinateur ou sur une clé USB.
Pour commencer, un élève peut aller au tableau pour essayer l'animation.



Les questions suivantes sont posées aux élèves :

Que peut-on modifier sur cette animation ?
On peut modifier sur cette animation :

- L'angle d'incidence du rayon lumineux,
- La nature de la lumière (blanche ou monochromatique),
- En lumière monochromatique on peut choisir la longueur d'onde du rayon incident,
- On peut modifier l'indice du milieu.

Que nous déduisons-nous de cette animation, que permet-elle de visualiser?
Cette animation permet donc de visualiser la déviation d'un rayon lumineux.
Qualitativement :

- Deux types de sources lumineuses :
- Les sources monochromatiques qui émettent des ondes lumineuses caractérisées par une seule longueur d'onde.
- Les sources polychromatiques (lumière blanche) qui sont le siège d'une émission simultanée d'ondes de longueurs d'ondes différentes. C'est la superposition d'un nombre infini de radiations monochromatiques, toutes les longueurs d'ondes sont présentes.
- Si la lumière émise est monochromatique, elle subit un phénomène de déviation qui a pour effet, en général, de rabattre vers la base du prisme le rayon lumineux émergent.
- Si la lumière est polychromatique, chaque famille d'ondes lumineuses qui la compose est déviée en fonction de la valeur de sa longueur d'onde, ce qui provoque une dispersion de la lumière suivant ses différents rayonnements monochromatiques.

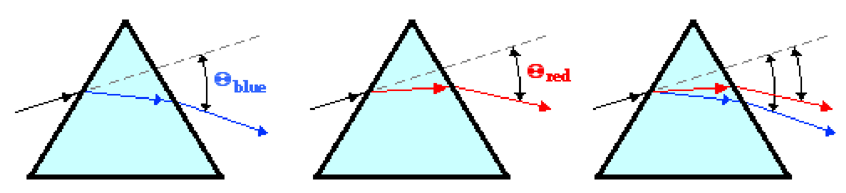


Illustration 3: Schéma de la déviation selon la longueur d'onde utilisée [60]

c) <u>Deuxième animation : découvrir la déviation D [61]</u>

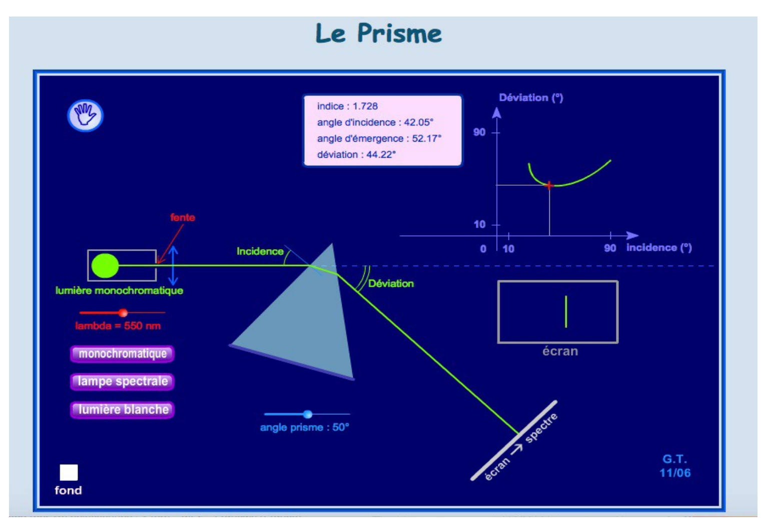


Illustration 4: Deuxième animation pour découvrir la déviation D.



Formules du prisme

Un ou plusieurs élèves se présentent devant le TBI afin de manipuler. Ils vont alors essayer de « bouger » plusieurs éléments, l'angle, la longueur d'onde. Le site propose lui aussi des manipulations qui peuvent être suivies par les élèves. Le professeur fera à la fin un rapide résumé de l'application.
Les manipulations proposées par le site sont les suivantes :

- En lumière monochromatique, faire tourner le prisme pour observer la déviation en fonction de l'angle d'incidence. Une croix rouge sur le graphe indique la position du prisme. On peut constater l'existence d'un minimum de déviation, pour lequel l'angle d'incidence est égal à l'angle d'émergence.
- Faire varier l'angle du prisme et remarquer la déformation de la courbe de déviation. Pour que cette courbe soit "creuse", il faut un angle de prisme assez grand, mais pas trop pour qu'il y ait émergence du rayon lumineux. Rechercher dans quelles conditions (angle d'incidence), le rayon lumineux peut ressortir du prisme après avoir subi deux réfractions.
- Faire varier la longueur d'onde (couleur) et remarquer également la déformation de la courbe, due à la variation de l'indice de réfraction (dispersion).
- En lumière polychromatique, on peut observer le spectre de la lumière.

Il est aussi possible de dessiner par soit même l'image suivante à l'aide du tableau blanc interactif. Il faut néanmoins s'y prendre à l'avance afin de ne pas perdre trop de temps.

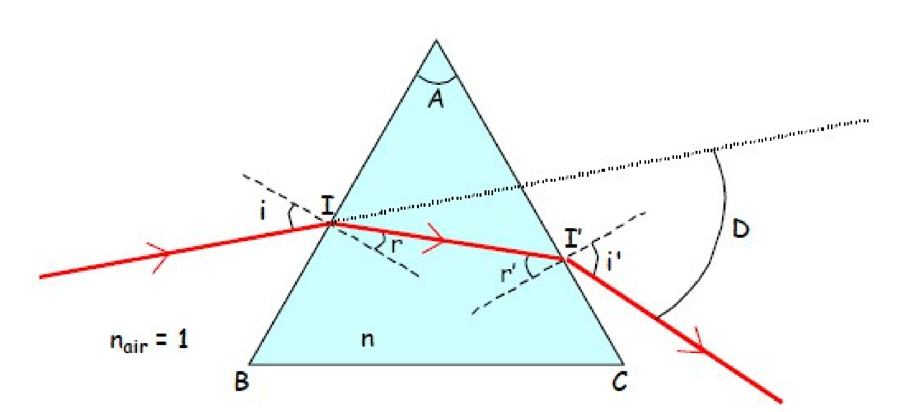


Illustration 5: Schéma optique d'un prisme.

Puis il faut expliquer le schéma aux élèves :

- Tracer tout d'abord le triangle rouge ABC. Puis le rayon incident SI.
- Tracer II' grâce à la relation *sin i = n sin r (1).*
- Rajouter i et r sur notre schéma.
- Tracer donc II'. Supposons que les conditions angulaire permettent l'émergence de I'R, on réutilise alors *sin i' = n sin r' (2).*
- Rajouter i' et r' sur notre schéma.

Grâce à la définition du prisme, il est clair que le rayon émergent I'R ne peut être le prolongement du rayon incident SI, il ne peut pas plus lui être parallèle.
Le prisme a donc le pouvoir de dévier la lumière, cette déviation va rabattre le rayon lumineux vers la base BC du prisme.

- Noter D (la déviation) sur notre schéma.

Définition de D à écrire : D est l'angle dont il faut faire tourner le rayon incident SI pour l'amener dans la direction du rayon émergent I'R.
Cette déviation est la somme des deux déviations successives.



D= (i - r) + (i' - r')
Cette relation peut s'écrire plus facilement. Prenons le triangle HII', nous avons les deux angles r et r'. Comme la somme des angles dans un triangle est 180, on a A' = r + r'. De plus , A' a ses côtés perpendiculaires à ceux de l'angle A du prisme. Ainsi,
A' = A = r + r' (3).
D = i + i' - A (4)

Les formules importantes du prisme sont ainsi :

- sin(i) = n.sin(r)
- sin(i') = n.sin(r')
- A = r + r'
- D = i + i' – A

LISTE : monochromatique/ d'incidence i / d'angle A/ une déviation [62]
Nous avons vu que lorsqu'un rayon lumineux **XXX**, défini par son angle **XXX**, arrive sur la face d'entrée d'un prisme **XXX** et d'indice n, il subit à la sortie du prisme, si les conditions d'émergence sont satisfaites, **XXX** dont la valeur est parfaitement déterminée.

Deux autres parties b. Conditions d'émergence et c. Étude de la déviation D(i) en fonction de l'angle d'incidence i du rayon incident sont mises en annexe.

Un nouveau Brain-Storming est proposé aux élèves. Il pourra être comparé à celui de départ.

La conclusion suivante peut être donnée [62] :

> Le prisme est un système optique constitué d'un milieu transparent homogène séparé de deux autres milieux transparents par deux faces planes non parallèles. Lorsqu'un faisceau incident arrive sur le prisme, il est possible d'observer deux effets : un de déviation et un de dispersion.
>
> Les relations fondamentales du prisme sont au nombre de quatre :
>
> - sin i = n sin r
> - sin i' = n sin r
> - A = r + r'
> - D = i + i' - A
>
> Lorsque l'angle A du prisme et l'angle d'incidence i sont petits on a :
>
> - D = (n - 1)* A
> - on observe que la déviation est indépendante de l'angle d'incidence
>
> La déviation augmente avec l'angle du prisme et avec l'indice du prisme. Lorsque l'angle d'incidence varie, la déviation passe par un minimum.

5.1.3.Le prisme, l'élève et le tableau blanc interactif

a) Par rapport au prisme, quand le TBI est-il utilisé ?

L'utilisation du TBI se fait dès le début du cours grâce à un rapide brainstorming.

Par la suite, il est utilisé pour afficher plusieurs animations liées au prisme. Ces animations permettent une approche plus concrète et directe.

Le TBI revient afin de corriger les exercices ou phrases à trou, les différentes feuilles d'exercice des élèves peuvent être projetées, il est ainsi possible d'apporter des modifications au fur et à mesure de la correction.

b) Par rapport à l'élève : qu'est-ce que cela lui à apporter ?

L'élève se retrouve dès les premiers moments concentrés sur le TBI. Lorsque le brainstorming lui est proposé, il peut être capté par le TBI. Néanmoins il faut faire attention à ne pas éliminer trop brusquement les idées proposées. Ainsi, on entourera plus facilement les bonnes réponses au lieu de raturer les mauvaises.

L'élève peut par la suite se retrouver au centre du cours. Il devient acteur du cours. Le fait de poster l'élève dans une position d'acteur peut lui apporter courage et confiance en soi.

c) Par rapport au professeur : quels sont les bénéfices ?

L'avantage principal vu dans le TBI, de notre point de vue, est la possibilité de garder une trace constante de toutes activités proposées en cours. Le professeur peut ainsi améliorer son cours d'année en année. Il peut aussi se faire une brève idée des problèmes rencontrés pour la majorité des élèves.

5.2.Lentilles

Les lentilles sont des pièces de verre dont une des faces est courbe et qui ont la propriété de réfracter la lumière.

On distingue deux grandes familles de lentilles: les lentilles convergentes et les lentilles divergentes.

- Lentille convergente : lentille qui donne à partir d'un faisceau de rayons incidents parallèles à l'axe optique, un faisceau émergent qui converge. La lentille convergente a la propriété de rassembler des rayons parallèles qui la traversent vers son foyer.

- Lentille divergente : lentille qui donne à partir d'un faisceau de rayons incidents parallèles à l'axe optique, un faisceau émergent qui diverge. La lentille divergente a la propriété de disperser des rayons parallèles qui la traversent.

Les lentilles convergentes:

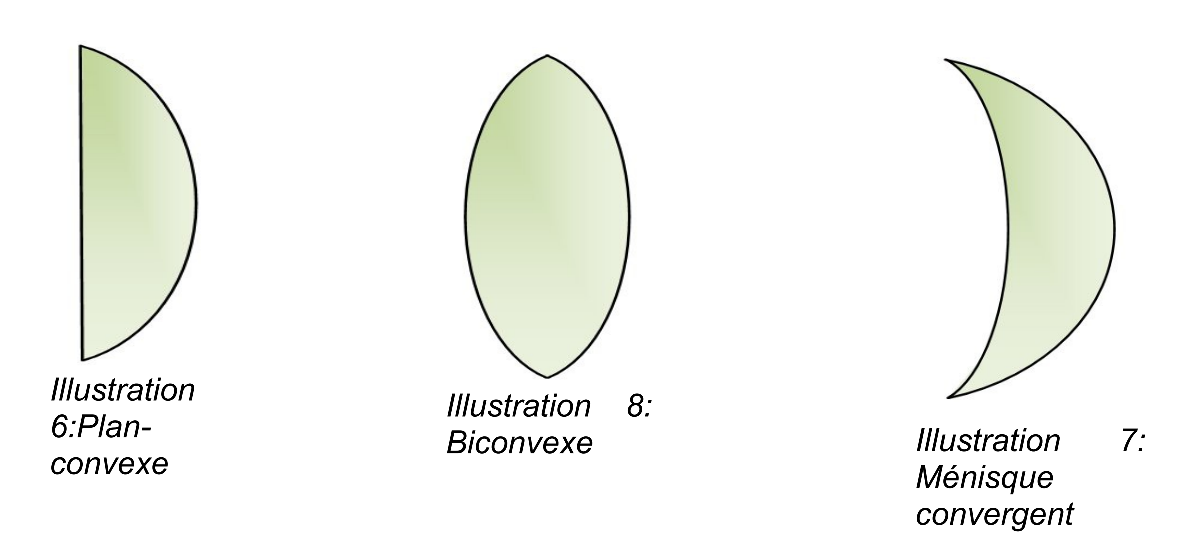


Illustration 6:Plan-convexe

Illustration 8: Biconvexe

Illustration 7: Ménisque convergent

Principe d'une lentille convergente :

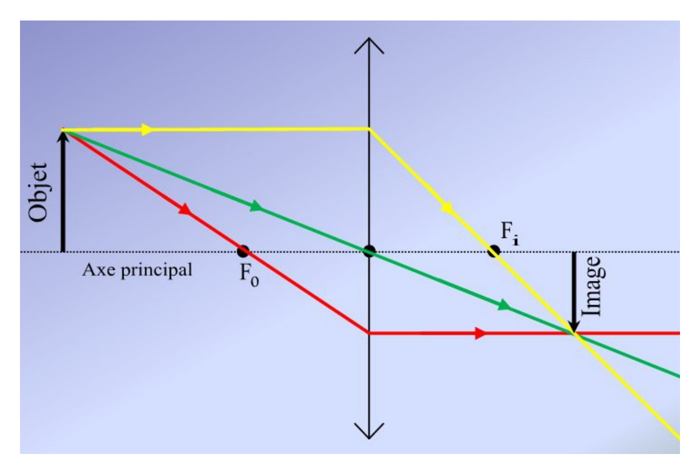


Figure 2: construction de l'image d'un objet par une lentille convergente

Rayon jaune: un rayon parallèle à l'axe principal est dévié par la lentille en passant par le point foyer image (Fi).

Rayon vert: un rayon passant par le centre optique de la lentille n'est pas dévié.

Rayon rouge: un rayon passant par le point foyer objet (Fo) est dévié parallèlement à l'axe principal.

Le point de rencontre entre ces rayons forme le sommet de l'image.

Les lentilles divergentes :

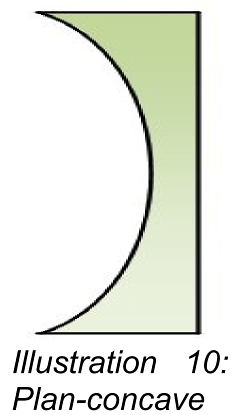


Illustration 10: Plan-concave

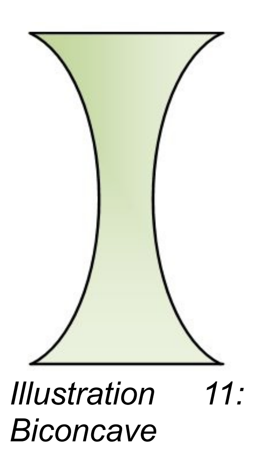


Illustration 11: Biconcave

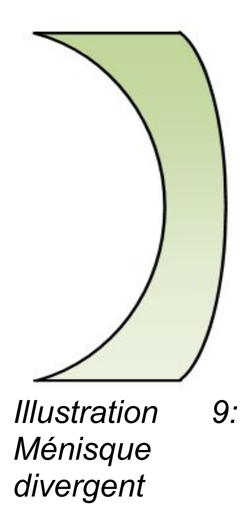


Illustration 9: Ménisque divergent



Principe d'une lentille divergente :

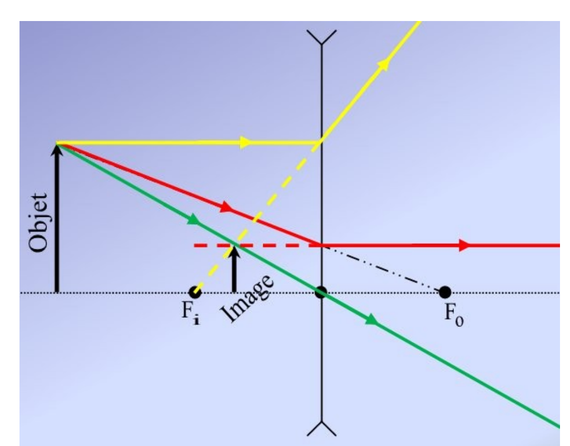


Figure 3: Construction de l'image par une lentille divergente

Rayon jaune: un rayon parallèle à l'axe principal est dévié en semblant provenir du foyer image (Fi).
Rayon vert: un rayon passant par le centre optique de la lentille n'est pas dévié.
Rayon rouge: un rayon se dirigeant vers le foyer objet (Fo) est dévié parallèlement à l'axe principal
L'image sera formée par le prolongement du côté du foyer image des rayons déviés.

•Relation de conjugaison (1) et de grandissement (2) :

On a deux relations majeures pour étudier les lentilles. La relation de conjugaison permet de déterminer la position de l'objet, de son image, et des foyers objet et images de la lentille. Tandis que la relation de grandissement permet de savoir si l'image est inversée, droite, plus grande ou plus petite par rapport à l'objet.

Remarquons que pour la relation de conjugaison :

$\phi > 0 \Rightarrow lentille\ convergente\ et\ \phi < 0 \Rightarrow lentille\ divergente$

$|\gamma| > 1 \Rightarrow Image\ agrandie,\ |\gamma| < 1 \Rightarrow Image\ réduite,\ \gamma > 0 \Rightarrow Image\ droite\ et\ \gamma < 0 \Rightarrow Image\ inversée$

Pour la relation de grandissement, on a alors :

(1)

$$\phi = \frac{1}{\overline{SA'}} - \frac{1}{\overline{SA}} = (n-1)\left(\frac{1}{\overline{SC_1}} - \frac{1}{\overline{SC_2}}\right) = -\frac{1}{\overline{SF}} = \frac{1}{\overline{SF'}}$$

(2)

$$\gamma = \frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$$



•Fonctionnement d'un télescope:

Les rayons traversant l'objectif proviennent de lointains objets AB. On peut donc les considérer parallèles entre eux. En conséquence, l'image intermédiaire A2B2 se forme dans le plan focal image de la lentille L1. L'œil humain au repos visualise des objets situés à l'infini. L'oculaire doit donc faire en sorte de donner une image A'B' rejetée à l'infini afin d'améliorer le confort de l'utilisateur (c'est le cas de tous les instruments d'observation). L'image intermédiaire A2B2 doit donc se situer dans le plan focal objet de la lentille L2.

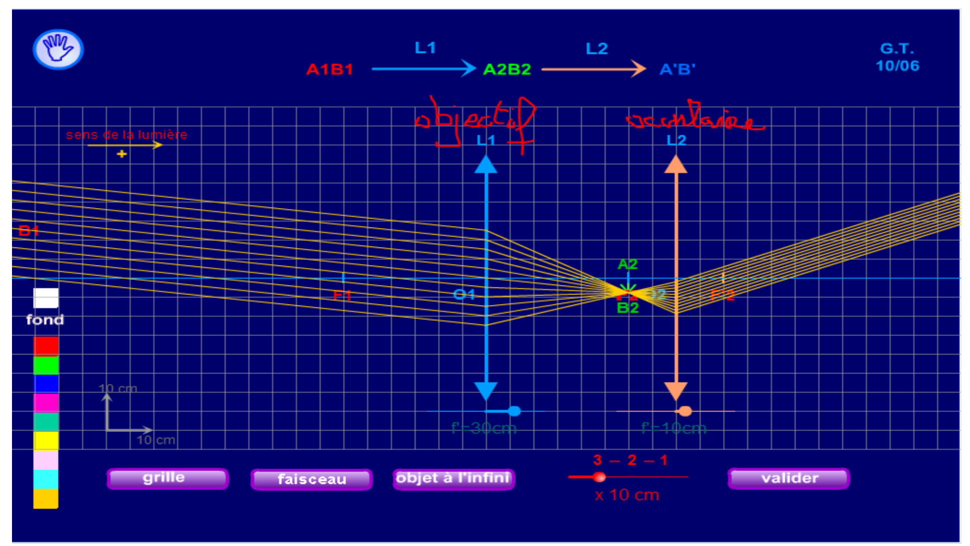


Figure 4: Représentation d'un télescope avec deux lentilles convergentes[63]

Si on fait le bilan des deux affirmations ci-dessus, on en déduit que le point foyer image de L1 et le point foyer objet de L2 sont confondus. Les rayons entrant et sortant du système sont parallèles : on parle d'un système afocal.

Dans le système proposé nous avons donc deux lentilles convergentes L1 et L2 de distances focales respectives f '1 = O1F '1 = 30cm et f '2 = O2F '2 = 10cm. Remarquons également que d = f '1+f '2 =40cm.

De plus, on peut mesurer graphiquement sur l'écran de l'animation que A2B2 = 4cm.

Dans un premier temps, nous allons calculer la valeur de α.

Sachant que le triangle O1F '1B2 est rectangle en F '1, on peut en déduire la relation suivante :

$$\tan \alpha = (A2B2/O1F'1) = 4/f'1 = 4/30$$

On obtient alors une valeur approchée de l'angle α de 7,6°C.

Déterminons la valeur du segment O2K en utilisant le théorème de Thalès:

$$\frac{O1F'1}{O1O2} = \frac{A2B2}{O2K} \Leftrightarrow O2K = \frac{O1O2 * A2B2}{O1F'1} = 4 * (d/f'1) = 16/3$$

Maintenant calculons la valeur de l'angle β.

Sachant que le triangle F '2Ok est rectangle en O2, on peut en déduire la relation suivante:

tan β = (O2K/O2F '2) = $\frac{16}{3*f'2} = (16/30)$

On obtient alors une valeur approchée de l'angle β de 28.1°C.

On est désormais en mesure de calculer le grossissement correspondant qui est de G = (α / β) = 0.27 ce qui est proche de ⅓.

Donc l'objet à l'infini est grossi à peu près 3 fois grâce au système étudié. Ces calculs ont étés réalisés dans les vraies conditions et le résultat obtenu pour le grossissement était de 3,2 [63]. Donc on peut dire que nous sommes assez proche du vrai résultat .

Application avec le TNI :

A l'aide du TNI on peut trouver des animations qui modélisent l'image d'un objet réel ou virtuel en montrant les constructions de chaque rayon. On peut également trouver des animations qui vont modéliser le fonctionnement d'un télescope[64],

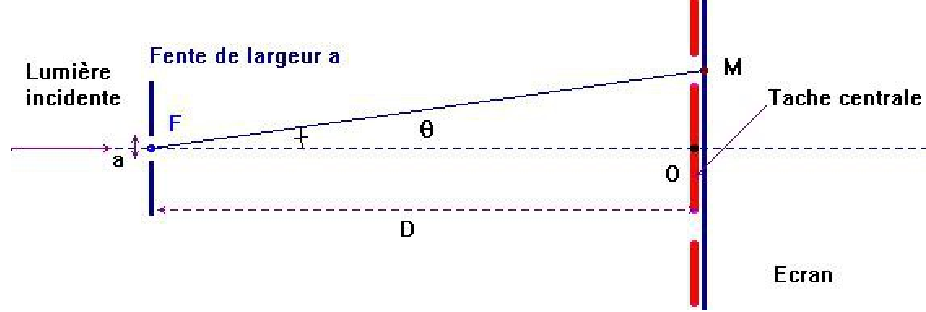
Les avantages sont de pouvoirs montrer pas à pas le tracer des rayons mais surtout de faire varier la position des foyers sans avoir besoin de retracer à chaque fois la figure. De plus, on peut ajouter des lentilles et visualiser alors des systèmes optiques. Le cours est donc plus pédagogique et efficace.

5.3.Diffraction

La diffraction est un phénomène généralement étudié en TD ; l'expérience assez simple à réaliser permet aux élèves de visualiser facilement le phénomène. Cependant, l'utilisation de Prezi peut permettre d'étudier le phénomène en cours. La réalisation, dans ce cas, d'un Prezi traitant de la diffraction, disponible en annexe, va servir d'exemple pour démontrer les atouts de Prezi dans le cadre d'un cours sur l'optique.

Pour mettre en valeur les atouts de l'utilisation d'un Prezi, dans le cadre d'un cours d'optique, nous avons réalisé une courte présentation à l'aide de ce logiciel. En démarrant la présentation, on peut observer le plan de la présentation, en trois parties, définition, par une fente, par un trou circulaire. Ensuite, la présentation, nous emmène sur une courte vidéo, décrivant le phénomène. La vidéo, en anglais, permet aux élèves de visualiser le comportement des ondes. Une fois la vidéo terminée, le professeur peut montrer une image et un schéma (comme celui ci-dessous) pour expliquer la diffraction.





Une fois le montage expliqué aux élèves, il suffit d'accéder au point suivant de la présentation, qui est une animation, permettant de faire varier la taille de la tâche en modifiant trois paramètres, D, a et la longueur d'onde de la lumière incidente. Après quelques manipulations des trois variables. Nous pouvons avancer à la “slide” suivante, sur laquelle les calculs relatifs, à la taille de la tache centrale sont exposés.

Tout d'abord le calcul de θ_c l'écart angulaire de la moitié de la tache centrale vu depuis la fente. Nous obtenons donc $\theta c = \frac{\lambda}{a}$

ensuite, grâce à l'approximation des faibles angles, nous pouvons dire que:

$$\tan(\theta) = \theta \text{ or } \tan(\theta) = \frac{l}{2.D}$$

$$\text{ainsi } \theta = \frac{l}{2.D} \text{ donc } l = \frac{2D\lambda}{a}$$

Une fois les calculs terminés, le professeur peut s'il le souhaite retourner facilement sur l'animation, pour confirmer les calculs de la taille de la tache centrale. Ensuite, un Slide optionnel sur le calcul de l'intensité lumineuse sur l'axe de la tâche, permettant de retrouver la courbe affichée sur l'animation. courbe définie par la formule:

$$I = I_{o.}\left(sin\frac{(u)}{u}\right)^2 \text{ avec } u = \frac{\pi d\, sin(\theta)}{\lambda}$$

Le dernier point permet d'élargir, sur le fait que la diffraction n'existe pas seulement dans le cas d'une fente, mais aussi, par exemple, dans celle d'un trou circulaire, avec quelque image et une animation, permettant de visualiser la forme de la tâche.

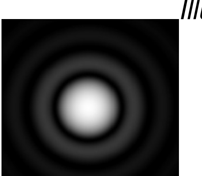


Illustration 10: Tache lumineuse liée à la

Pour finir, il est possible de retourner sur la vue d'ensemble du Prezi pour conclure et demander si les élèves ont des questions. Cette vue permettant de revenir rapidement à n'importe quel point de la présentation, permet de facilement remonter un calcul, une vidéo ou une animation incomprise par certains étudiants.

Prezi, n'apporte pas d'atout réellement spécifique à un cours d'optique. Cependant, celle-ci nécessitant pour la plupart des chapitres une visualisation par les élèves des phénomènes, ces derniers peuvent alors profiter des atouts de Prezi dans ce domaine. De plus Prezi offre une interactivité, et un dynamisme, qui combinés au tableau Interactif, forme une combinaison bien plus captivante pour les élèves comparativement à une présentation PowerPoint classique. Les Zooms, la facilité de déplacement entre les slides permettront au professeur une plus grande facilité d'improvisation sur son sujet.

5.4.Polarisation

5.5.Définitions

a) Onde lumineuse

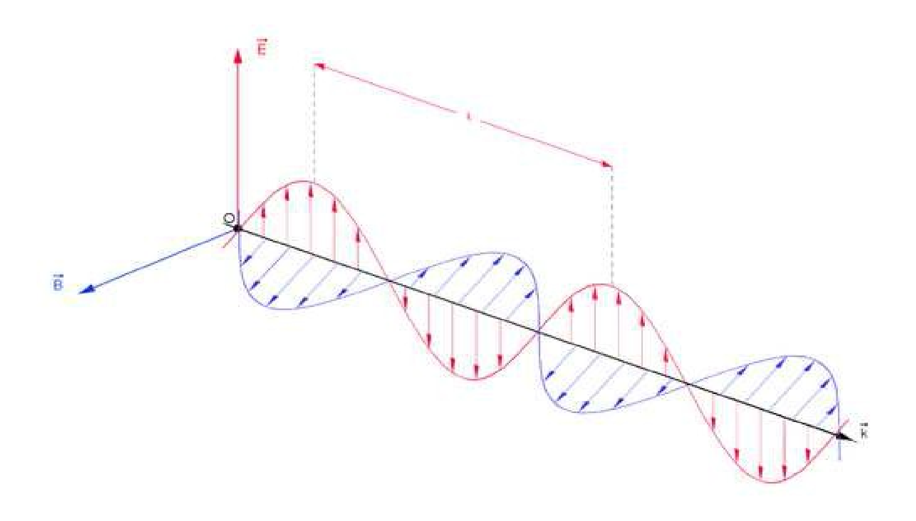


Illustration 11: Illustration de la propagation d'une onde lumineuse

L'onde lumineuse est une onde électromagnétique pouvant être décomposée en plusieurs ondes planes. Cette onde est donc constituée du champ électrique $\vec{E}$ et du champ magnétique $\vec{B}$, qui sont perpendiculaires entre eux. Elle se propage dans la direction du vecteur d'onde $\vec{k}$, de norme k = $\frac{2\pi}{\lambda}$, lui même perpendiculaire aux champs électriques et magnétiques.

b) <u>Polarisation</u>

La polarisation d'une onde est caractérisée par la direction de son champ électrique $\vec{E}$. Elle peut prendre différentes formes, détaillées ci-dessous. On peut y associer une intensité lumineuse I = $\frac{\varepsilon_0}{2}$.$\underline{E}$.$\underline{E}^*$.

5.5.1.Type de polarisation

a) <u>Lumière naturelle</u>

La direction et la phase du champ électrique de la lumière naturelle varient constamment. C'est donc une onde non polarisée.



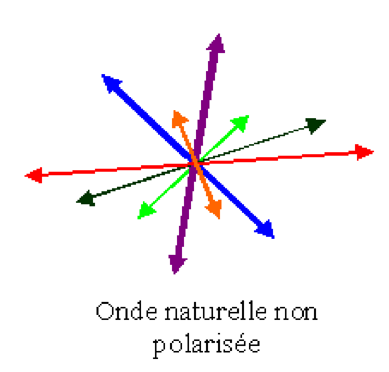


Illustration 12: Lumière naturelle

b) Polarisation linéaire

Une onde est polarisée linéairement, ou de manière rectiligne, quand son champ électrique $\vec{E}$ garde une direction constante. Soit $\vec{u}$ le vecteur unitaire de cette direction, alors on dit que l'onde est polarisée linéairement selon $\vec{u}$. Les composantes de $\vec{E}$ sont en phase.

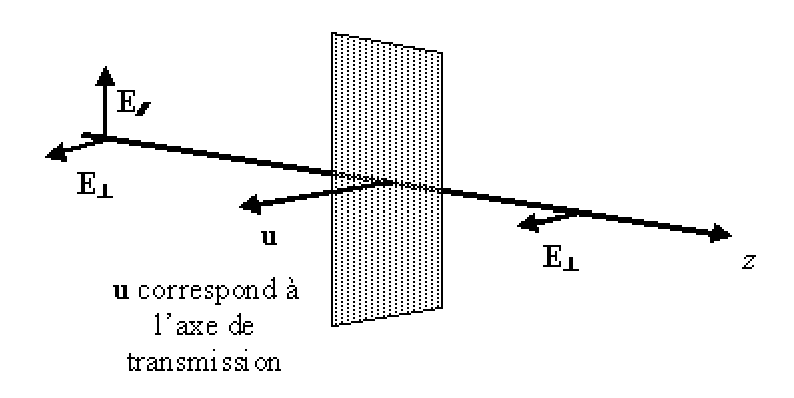


Illustration 13: Polarisation linéaire

c) Polarisation circulaire

Soit $\vec{E} = \vec{E}_x + \vec{E}_y$. Les deux composantes n'oscillent plus en phase, ce qui crée une polarisation circulaire. Cependant elles ont la même amplitude, ce qui donne un rayon constant. Concrètement, si l'extrémité du vecteur $\vec{E}$ décrit un cercle, la polarisation est circulaire.

Soit a ce rayon, on peut alors écrire :

$E_x = a * cos(2\pi\nu t)$ et $E_y = a * cos(2\pi\nu t + \varphi)$, où φ est le déphasage entre les composantes et ν leur fréquence.

Si $\varphi = \frac{\pi}{2}$ ou $-\frac{\pi}{2}$ alors on a une polarisation circulaire, respectivement dans le sens horaire ou antihoraire.



d)Polarisation elliptique

Elle est identique à la polarisation à la seule différence qu'ici on a $E_x = a * cos(2\pi\nu t)$et $E_y = b * cos(2\pi\nu t + \varphi)$avec$a \neq b$. On a alors une polarisation elliptique selon un axe principal qui dépend de a et b.

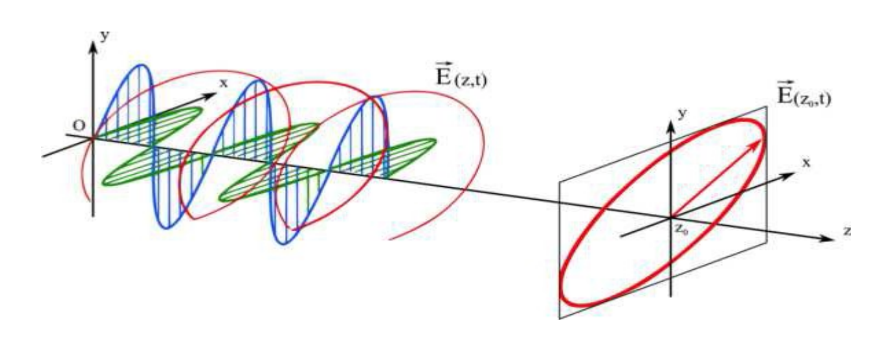


Illustration 14: Polarisation elliptique

5.5.2.Polariseurs et analyseurs

a) Polariseur

Le polariseur est un outil permettant de polariser la lumière de manière rectiligne. On passe donc d'une lumière naturelle non polarisée à une lumière polarisée selon l'axe du polariseur, qui annule tous les rayons perpendiculaires à cet axe.

b) Analyseur

L'analyseur quant à lui est un polariseur donc le but est de déterminer les caractéristiques de la lumière incidente déjà polarisée rectilignement. Si on remarque que l'intensité lumineuse diminue après avoir traversé l'analyseur, on peut en déduire que l'angle entre les deux polariseurs n'est pas nul.



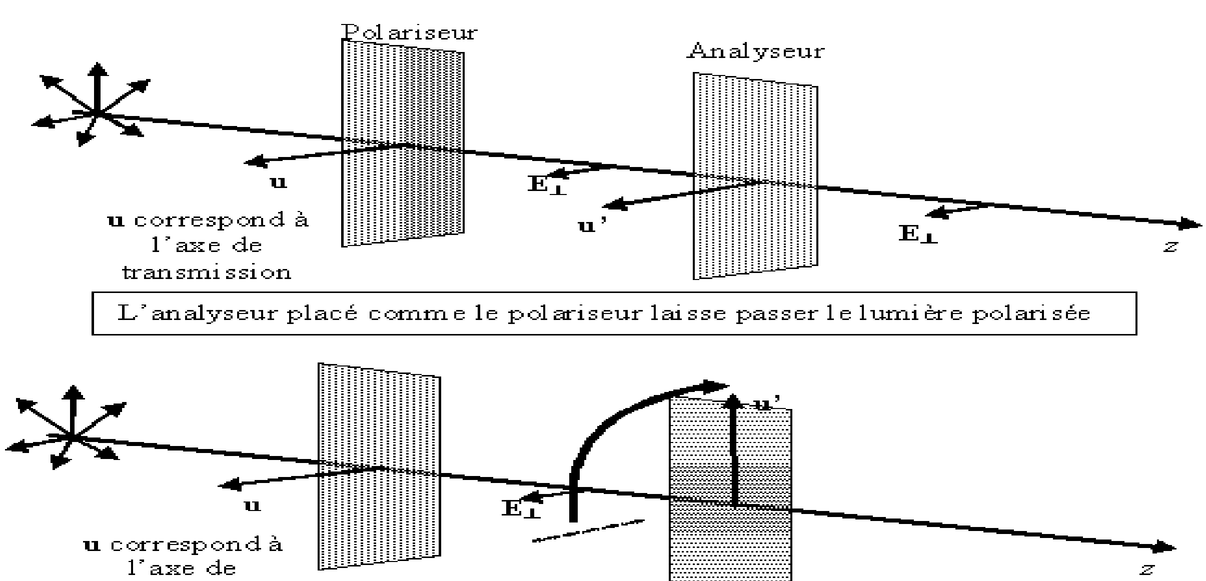


Illustration 15: Effet d'un polariseur et d'un analyseur

c)Loi de Malus

La loi de Malus donne une relation entre l'intensité lumineuse qui sort du polariseur puis celle qui sort de l'analyseur.

Soit θ l'angle entre le polariseur et l'analyseur, I_0l'intensité de la lumière sortant du polariseur et I celle de la lumière sortant de l'analyseur. On a alors $I = I_0 cos^2(\theta)$.

L'intensité de la lumière sortant du polariseur est toujours $I = \frac{I_0}{2}$. Ceci vient de la moyenne de la loi de Malus [29].

5.5.3. Travaux pratiques

a) Visualisation de l'effet d'analyseur/polariseur [28]



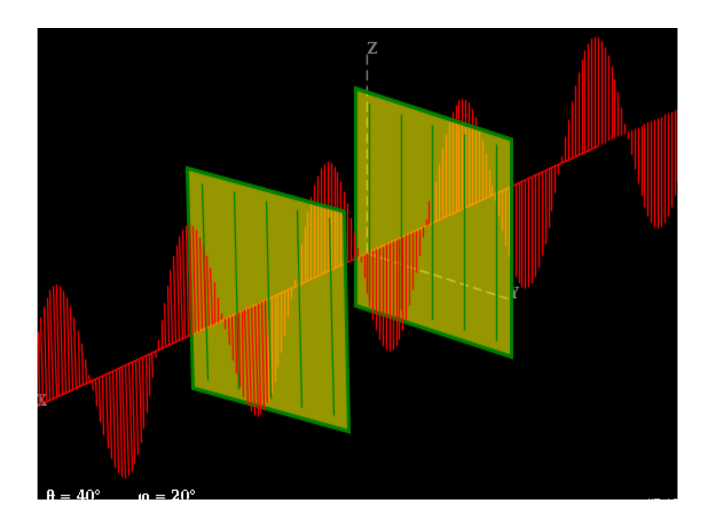


Illustration 16: Visualisation de l'effet analyseur/polariseur

Au départ, l'angle entre le polariseur et l'analyseur (nommé polariseur 2 dans l'animation) est nul. On voit bien que l'onde n'est pas réduite en intensité. Elle était déjà linéaire en arrivant dans le polariseur, c'est pourquoi l'onde reste identique même à travers les outils. Maintenant, si on passe en mode circulaire, on peut observer l'action du premier polariseur, qui transforme une onde circulaire en une onde polarisée rectilignement.

A présent, si on place l'analyseur à 90° par rapport au polariseur, on peut observer qu'aucune onde ne passe à travers. Ceci peut se prouver grâce à la loi de Malus : $I=I_{0cos}^{2}(\theta)$ comme

où $\theta=90\circ$ donc comme $cos(90)=0$, $I=0$.

6.CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Au cours de ce projet, nous avons eu la possibilité de découvrir tous les aspects de l'utilisation d'un tableau numérique interactif. A travers nos recherches sur les phénomènes optiques (géométrique et ondulatoire), nous avons été amenés à utiliser différents types d'animations qui ont mis en évidence l'atout que représentait le TBI pour l'enseignement. En effet, son utilisation est simple et intuitive, ce qui représente un atout important dans le cadre d'un cours illustré. En outre, nous avons découvert des fonctionnalités du tableau interactif qui représentent de grandes avancées pour l'avenir, à la fois du TBI mais également pour la technologie de manière générale.

Ce projet nous a permis d'améliorer notre capacité à travailler au sein d'un groupe. Nous avons, en effet, été confrontés à des échéances ainsi qu'à des différents que nous avons dû gérer. Nous avons également appris à faire des recherches documentaires efficaces.

Ce projet offre une perspective intéressante pour les cours prodigués à l'INSA. En effet, il permettrait une plus grande interactivité entre les élèves et les professeurs lorsque ceux-ci abordent des sujets complexes.



7.BIBLIOGRAPHIE

[1] http://www.ac-paris.fr/portail/jcms/p1_113612/du-tableau-noir-au-tableau-blanc-interactif (08/02/15)
[2] http://ww2.ac-poitiers.fr/math/IMG/pdf/CR_TBI_4.pdf (03/03/15)
[3] http://byc.fr/tbi/histoire/index.html (08/02/15)
[4] http://byc.fr/tbi/avenir.htm (04/03/15)
[5] http://edusofad.com/www/demo/wphy-5041/demo/o2s3ss1p04.php (05/03/15)
[6] http://emanim.szialab.org/ (03/03/15)
[7]http://eu.hitachi-solutions.com/pdf/en/interactive%20whiteboards/FX-TRIO-series-user-guide-EN.pdf (18/03/15)
[8]http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89cran_tactile#Technologie%20optique%20des%20ecrans%20interactifs (08/02/15)
[9] http://fr.wikipedia.org/wiki/Miroir_plan (27/02/15)
[10] http://fr.wikipedia.org/wiki/Prisme_(optique) (18/02/15)
[11]http://fr.wikiversity.org/wiki/Notions_de_base_d'optique_ondulatoire/La_lumi%C3%A8re,_une_onde_%C3%A9lectromagn%C3%A9tique (03/03/15)
[12]http://www.industrie-techno.com/le-tactile-troisieme-generation-des-interfaces-utilisateurs.28469 (09/02/15)
[13]http://www.linternaute.com/science/histoires-de-science/newton-lumiere/newton-lumiere.shtml (18/02/15)
[14]http://www.md.ucl.ac.be/didac/physique/didacphys/rappels/optique/reflexion.html (05/03/15)
[15] http://mediafiches.ac-creteil.fr/spip.php?rubrique1 (18/03/15)
[16] http://www.obs.u-bordeaux1.fr/radio/JMHure/Docs/Optique_mismi.pdf (03/03/15)
[17] http://olivier.granier.free.fr/cariboost_files/prisme-gonio.pdf (03/03/15)
[18] http://www.ostralo.net/3_animations/animations_phys_ondes.htm (17/02/15)
[19]http://partages.univrennes1.fr/files/partages/Enseignement/SPM/physique/L1/polycopies/17-TP5-étudedunprisme2008-2009.pdf (24/02/15)
[20] http://patrick.kohl.pagesperso-orange.fr/spectro_oem/spectro_oem_7.htm (03/03/15)
[21] http://www.physagreg.fr/optique-13-lentilles.php (11/02/15)
[22] http://www.physicsclassroom.com/Class/refrn/u14l4a1.gif (03/03/15)
[23]http://physique-eea.ujfgrenoble.fr/intra/Organisation/CESIRE/OPT/DocsOptique/TextesTP/TextesTPLicPool/prisme_reseau.pdf (03/03/15)
[24] http://www.point-libre.org/~ludo/drupal/sites/default/files/ch6_polarisation.pdf (03/03/15)

[25] http://psg.hitachi-solutions.com/starboard/product-documentation (11/02/15)
[26]http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/aspiration.html (11/02/15)
[27]http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/optigeo/caustimir.html (11/02/15)
[28]http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/optiphy/ondepola3D.html (03/03/15)
[29]http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/optiphy/malus.html (03/03/15)
[30] http://revue.sesamath.net/spip.php?article181 (03/03/15)
[31] http://www.samsung.com/fr/article/interactive-boards-the-first-class (09/02/15)
[32] http://sciences-physiques.ac-dijon.fr/pedagogie/animations_Flash.php (18/02/15)
[33]http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/prisme/prisme.html (11/02/15)
[34]http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/Ondes/cuve_ondes/interference_ondes_circulaires.html (11/02/15)
[35]http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/Ondes/lumiere/interference_lumiere.html (17/02/15)
[36] http://www.seigne.free.fr/Cours/Polarisation.pdf (03/03/15)
[37]http://www.speechi.net/fr/index.php/home/ecrans-interactifs/ecrans-interactifs-speechitouch/ (09/02/15)
[38]http://stream.ensg.eu:8800/teledetection/portail/3/1/co/3sequence1.html#segment_pemV0d1iSojCGAKOOVwFYg1 (03/03/15)
[39]http://www.tableauxinteractifs.fr/le-tbi/histoire-du-tbi/de-linvention-du-tbi-a-aujourdhui/ (08/02/15)
[40] http://tableauxinteractifs.fr/pedagogie/index.htm (03/03/15)
[41] http://www.tableauxinteractifs.fr/le-tbi/interets-pedagogiques/apports/ (03/03/15)
[42] http://telearn.tu-sofia.bg/ms/USTL/optigeo/prisme/_lfrFR/index.html (03/03/15)
[43] http://www.tice92.ac-versailles.fr/spip.php?article55 (03/03/15)
[44] http://uel.unisciel.fr/physique/optigeo/optigeo/co/optigeo.html (10/02/15)
[45]http://uel.unisciel.fr/physique/optigeo/optigeo_ch01/co/apprendre_ch01_01.html (27/02/15)
[46] http://uel.unisciel.fr/physique/optigeo/optigeo_ch03/co/optigeo_ch03.html (27/02/15)
[47] http://uel.unisciel.fr/index.html (24/02/15)
[48]http://uel.unisciel.fr/physique/optigeo/optigeo_ch05/co/apprendre_ch05_01.html (24/02/15)
[49]http://www.vousnousils.fr/2013/03/28/cours-interactifs-avec-tbi-tni-interwrite-workspace-544510 (03/03/15)
[50] http://www.web-sciences.com/documents/terminale/tedo04/teco04.php (11/02/15)
[51] http://webcom.upmf-grenoble.fr/sciedu/pdessus/sapea/tbi.html (03/03/15)
[52] https://www.youtube.com/watch?v=OK3CWS0KreY (11/02/15)



[53] https://www.youtube.com/watch?v=-bP2BOSABlo (11/02/15)

[54] https://www.youtube.com/watch?v=YRFkP02-gKI (11/02/15)

[55] https://www.youtube.com/watch?v=YeQPolmctZs (03/03/15)

[56] http://www.web-sciences.com/documents/terminale/tedo04/teco04.php (03/03/15)

[57] http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/miroirs/miroir_plan.php (27/02/15)

[58] http://uel.unisciel.fr/physique/optigeo/optigeo_ch05/co/apprendre_ch05_01.html (04/03/15)
Cette université stipule dans ses crédits : « L'ensemble des contenus d'UEL est diffusé sous licence Creative Commons BY-NV-SA (Paternité + Pas d'Utilisation Commerciale + Partage à l'Identique (BY NC SA): Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.) »

[59] http://sciences-physiques.ac-dijon.fr/documents/Flash/dispersion/prisme.swf (05/03/15)
Le site de l'académie de Dijon explique : « Cette animation est développée à l'aide du logiciel Flash de Macromedia. Il y a deux possibilités pour visualiser cette animation :
- soit directement sur votre navigateur internet en cliquant sur l'image de présentation associée à l'animation. Dans ce cas, un module complémentaire (plugin Flashplayer), téléchargeable sur le site Macromedia, doit être installé sur l'ordinateur.
- soit en la téléchargeant sur votre ordinateur et en lançant l'application autoexécuatable (.exe)

[60] http://www.physicsclassroom.com/Class/refrn/u14l4a1.gif (27/02/15)

[61] http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/prisme/prisme.html (11/02/15)
Ce site a été crée par Geneviève Tulloue en 2001. Nous lui avons adressé un mail pour savoir si l'on pouvait utiliser l'animation pour notre projet sans avoir accès à Internet. Elle ne nous a malheureusement pas encore répondu. Nous utiliserons donc cette animation (tout en citant nos sources), néanmoins, une connexion à Internet sera obligatoire.

[62] http://www.obs.u-bordeaux1.fr/radio/JMHure/Docs/Optique_mismi.pdf

[63] http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/lentilles/doublet.html(11/02/15)

[64]http://gwenaelm.free.fr/Physique/P_hyschi_m/capes/Doc/Julien_Durero/P3%20-%20Principe%20de%20l'instrument%20d'optique%20suivant%20-%20la%20lunette%20astronomique.pdf(13/05/15

8.ANNEXES

Cette annexe contient les autres cours préparés en vue de l'utilisation d'un TNI.

8.1.Les miroirs

8.1.1.Miroir plan

a)Caractéristiques des miroirs plan

Un miroir plan est une surface plane, polie et réfléchissante. Les miroirs actuels sont faits à partir de surfaces polies sur lesquelles des couches métalliques (argent, or, aluminium, chrome) ou diélectrique (cryolithe, surface de zinc) sont déposées sous vide moléculaire.

b)Influences sur les ondes

Soit un miroir plan entre deux milieux optiques n_1 et n_2 , l'angle incident i est égal à l'angle réfléchi r au signe près. Les calculs d'angles se font par rapport à la normale au miroir.

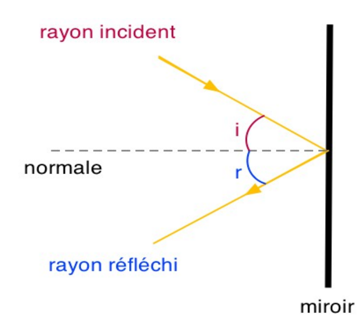


Illustration 17: Réflection des ondes sur un miroir plan [14]

Ce phénomène est observable dans le cadre d'une animation [57]. En effet, les modulations de la direction du rayon est visible.

8.1.2.Miroir sphériques

a)Caractéristiques des miroirs sphériques

Un miroirs sphérique est une portion de sphère réfléchissante. Il est composé de points caractéristiques :

- C le centre du cercle auquel appartient la portion de miroir sphérique,
- S le sommet du miroir, intersection de l'axe optique avec le miroir,
- F le point foyer objet, point de l'axe optique principal dont l'image est à l'infini,
- F' le point foyer image, point de l'axe optique principal image d'un objet à l'infini.

Dans un miroir sphérique, les points foyer objet et image F et F' sont confondus.

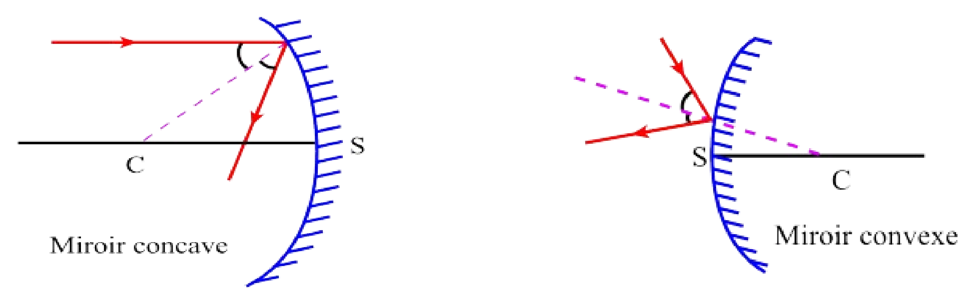


Illustration 18: Miroir concave   *Illustration 19: Miroir convexe*

Si $\overline{SC} < 0$, alors le miroir est concave et si $\overline{SC} > 0$, le miroir est convexe.

b)<u>Calculs des différents paramètres</u>

- Relation de conjugaison

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}}$$

Avec A' l'image de A par le miroir sphérique.

- Grandissement transversal

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$$

c)<u>Influence sur les ondes</u>

Selon la position de l'objet face au miroir, l'image de celui-ci a une position et un grandissement différents. Toutes ces modifications sont observables lors de la manipulation d'animations. En effet, en modulant la distance entre l'objet et le miroir et plus particulièrement la distance focale de celui-ci il est possible de voir les changements de taille ainsi que les changements d'orientation.

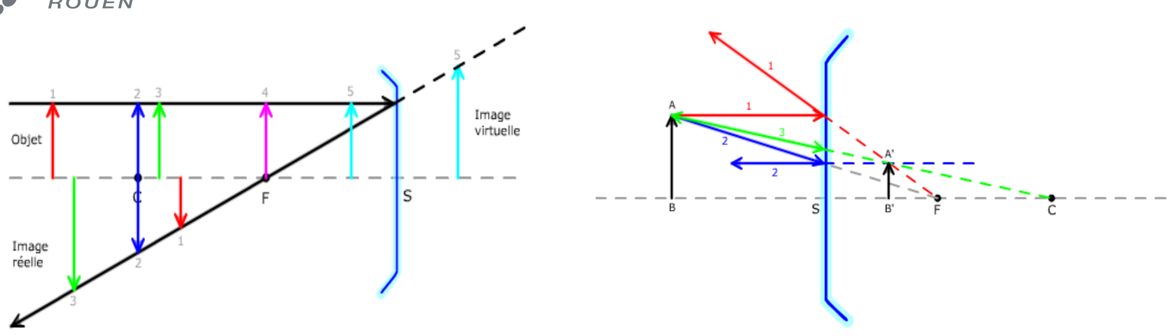


Illustration 20: Miroir concave [45]

Illustration 21: Miroir convexe [46]

8.2.Annexes du prisme

<u>Conditions d'émergence</u>

Pour établir les formules du prisme, nous avons fait l'hypothèse qu'il existait un rayon émergent. Ici, on fait l'hypothèse que certaines conditions angulaires sont satisfaites. Examinons cette question de plus près.

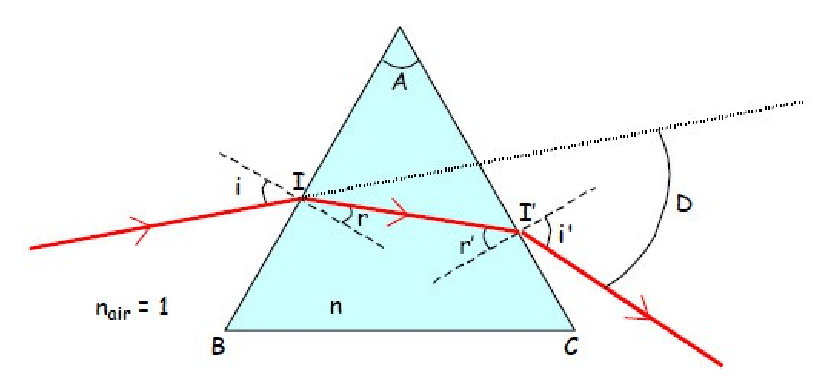


Illustration 12: Schéma optique du prisme.

Nous avons pu voir que lorsqu'un rayon lumineux se propage d'un milieu plus réfringent à un milieu moins réfringent, il peut être soit réfléchi, soit réfracté. Cela est dû à son angle d'incidence : s'il est inférieur ou non à l'angle limité λ attaché au milieu le plus réfringent. La question au niveau du rayon intermédiaire II' peut se poser, pourquoi peut-on avoir émergence en I' ?

On doit avoir $-\pi/2 < i' < +\pi/2$

Donc $\sin(-\pi/2) < \sin(i') < \sin(\pi/2)$

Or $\sin(i') = n.\sin(r')$

Donc en divisant tout par n et en sachant que $n \sin \lambda = \sin(\pm\pi/2) = \pm 1$

On obtient : $-\lambda < r' < +\lambda$

Or $A = r + r'$, c'est à dire, $r' = A - r$

Donc il faut que l'on est $- \lambda < A - r < +\lambda$

A est alors lié aux caractéristiques géométriques du prisme

r est lié à l'angle d'incidence i du rayon lumineux

On a donc $r - \lambda < A < r + \lambda$

Quelques soit la figure, $r < \lambda$ donc $r - \lambda < 0$. Or A toujours > 0 donc $r - \lambda < A$ toujours vrai

Pour la deuxième inégalité, puisque $r < \lambda$ alors $A < 2\lambda$ si on veut que $A < r + \lambda$

On peut aussi écrire : $- A - \lambda < r < A + \lambda$, ainsi $-r < \lambda - A < +r$

La première relation est toujours vraie car $r < \lambda < A$

La seconde relation impose : $n \sin (A - \lambda) < n \sin r = \sin i$

Ainsi on a la définition suivante du site de l'université :

“Pour qu'un rayon lumineux, défini par son angle d'incidence i, émerge d'un prisme d'angle A et d'indice n, il faut que soient satisfaites simultanément les deux conditions d'émergence suivantes :

- $A < 2\lambda$ avec $\sin\lambda=1/n$
- $i0 < i < \pi/2$ avec $\sin i0 = n \sin(A-\lambda)$”

Il existe deux situations différentes :

- Pour $A < \lambda$: les faisceaux incident et émergent ont une ouverture supérieure à 90°, certaines rayons vont donc être déviés vers l'arête du prisme
- Pour $\lambda < A < 2\lambda$: plus fréquent, tous les rayons subissent une déviation qui les rabat vers la base du prisme

Etude de la déviation D(i) en fonction de l'angle d'incidence i du rayon incident.[1]

Le grand C) de ce cours explique en détail quelles sont les variations de la déviation en fonction de l'angle d'incidence.

Nous n'aurons pas le temps de nous pencher sur cette partie du cours dans ce dossier. Néanmoins quelques idées nous sont venues en tête :

- il peut être intéressant de tracer la courbe D(i) grâce à un logiciel comme Libre Office (expliquer comment on peut la tracer, pourquoi y a-t-il un minimum ? un maximum ?)
- pour les différents calculs il peut être possible de laisser un moment de recherche aux élèves puis de comparer les différentes propositions en les affichant au tableau (prendre en photo la page de l'élève ?).

[1] Isabelle Bouquins possède un site appelé “Mes cahiers de Physique” où elle propose différents cours de physique (thermodynamie, optique). Nous l'avons contacter via son site en lui demandant l'autorisation d'utiliser son cours. Nous sommes dans l'attente de sa réponse. http://bouquins.isabelle.free.fr/dotclear/public/Optique/04%20Prisme.pdf



7.3.1.Superpositions d'ondes

On parle d'interférence lorsque deux ou plusieurs mouvements vibratoires de même nature et de même fréquence (lumineux, sonores, acoustiques, électroniques …) appelés ondes se superposent.

Prenons un exemple simple pour illustrer ce phénomène.

En 1 le point A se trouve dans son état initial c'est à dire qu'aucune perturbation ne modifie sa position. En 2 les deux perturbations se croisent au point A, celui-ci est alors à son niveau d'élévation maximale. Il s'agit d'interférences constructives. Ensuite le point A

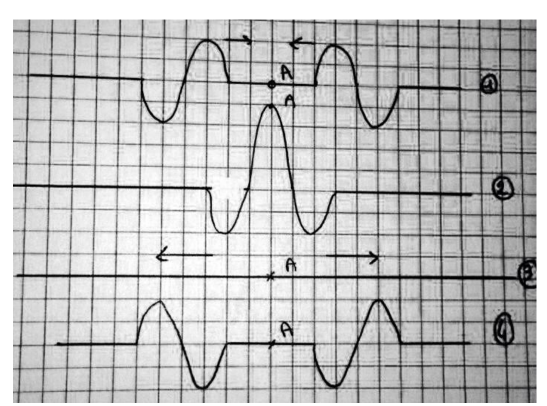


Illustration 22: Phénomènes de superposition d'ondes

retrouve son niveau initial et les deux perturbations se compensent. Finalement les deux perturbations continuent leur trajet dans leur sens respectif.

Deux ondes vont créer des interférences si elles sont synchrones c'est-à-dire de même fréquence et de déphasage constant.

Le déphasage entre les deux ondes permet de prévoir si elles vont interférer de façon constructive ou destructive.

Le déphasage est donné par la relation suivante : $\Delta\varphi = 2\pi f (\tau 2 - \tau 1)$ où

$\tau 1$ est le retard de la première onde au point A (en seconde)

$\tau 2$ est le retard de la seconde onde au point A (en seconde)

T est la période commune aux deux ondes (en seconde)

$\Delta\varphi$ est le déphasage (en radian)

[47]



7.3.2.Interférences constructives et destructives de deux ondes sinusoïdales

a)Interférences constructives

On dit qu'une interférence est constructive si elle correspond à la superposition de deux ondes ayant une amplitude maximale. Pour deux ondes lumineuses monochromatiques les interférences constructives correspondent à une intensité lumineuse maximale.

Une interférence constructive est obtenue dans le cas d'un déphasage égale à un multiple pair de π, ce qui peut se traduire par la relation $\Delta\varphi = 2k\pi$, où k est un nombre entier.

b)Interférences destructives

On dit qu'une interférence est destructive si elle correspond à la superposition de deux ondes ayant une valeur minimale. Pour deux ondes lumineuses monochromatiques les interférences destructives correspondent à une intensité lumineuse minimale voire nulle.

Une interférence destructive est obtenue dans le cas d'un déphasage égale à un multiple impair de pi, ce qui peut se traduire par la relation $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$, où k est un nombre entier. [56]

c)Interférence de deux ondes lumineuses monochromatiques

On va utiliser les fentes d'Young pour observer les phénomènes d'interférences. Il s'agit simplement de deux (ou plus) fines fentes parallèles éclairées par la même lumière laser et qui jouent le rôle deux sources distinctes. Ces deux sources secondaires émettent des lumières qui interfèrent grâce au phénomène de diffraction. La figure d'interférence observée sur un écran est formée d'une alternance de franges sombres et lumineuses qui viennent s'insérer dans la figure de diffraction.

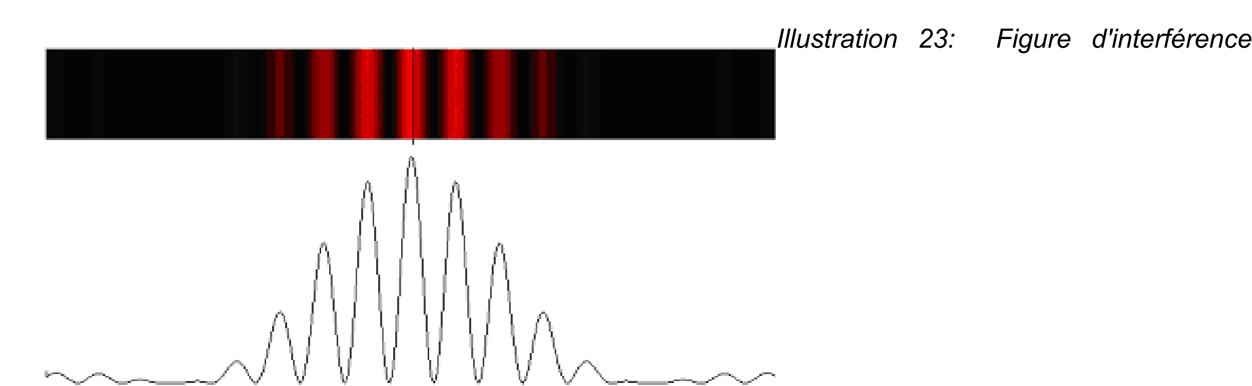
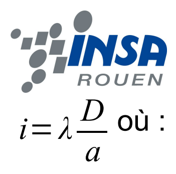


Illustration 23: Figure d'interférence d'interfrange i obtenue à partir des fentes d'Young éclairés par une lumière laser

L'interfrange que l'on note i, entre deux franges sombres se calcule grâce à cette relation :



$i = \lambda \frac{D}{a}$ où :

i est la distance entre les centres des deux franges sombres successives (en mètre)

λ est la longueur d'onde des deux ondes qui interfèrent (en mètre)

a est la distance entre les deux fentes parallèles (en mètre)

D est la distance entre les fentes et l'écran (en mètre)

•Avec l'animation :

Cette animation [2]montre l'utilisation virtuelle d'un dispositif qui permet de dédoubler une onde afin d'observer les phénomènes d'interférences. On observe le phénomène sur l'écran, placé suffisamment loin des sources. Les zones où l'amplitude est maximale on a des ‘' franges ‘' .

On peut observer des interfranges (distance entre deux franges brillantes ~~brillantes~~ successives)

•Prenons un exemple pour vérifier la formule donnant l'interfrange :

Prenons un écartement entre les sources de 2 mm, la distance écran source de 3 mètres et une longueur d'onde de 666nm. On fait le calcul rapidement

$$\frac{666\,x\,10^{-9}\,x\,3}{2\,x\,10^{-3}} = 10^{-3}\,m$$

On retrouve bien cela sur la figure.

On peut ensuite vérifier l'influence des différents paramètres

Si l'on augmente l'écartement des sources, l'interfrange va diminuer et inversement si l'on augmente la longueur ou la distance source écran.

[2] http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/Ondes/lumiere/interference_lumiere.html